

**METHOD FOR APPLICATION OF MULTILAYER WEAR-RESISTANT COATING TO ARTICLES FROM IRON AND TITANIUM ALLOYS**

Patent Number: RU2106429

Publication date: 1998-03-10

Inventor(s): BODROV ALEKSANDR ANATOL EVICH; MIRONOV KONSTANTIN NIKOLAEVICH;  
NESTEROV SERGEJ BORISOVICH; RYZHENKOV VJACHESLAV ALEKSEEVApplicant(s):: BODROV ALEKSANDR ANATOL EVICH; MIRONOV KONSTANTIN NIKOLAEVICH;  
NESTEROV SERGEJ BORISOVICH; RYZHENKOV VJACHESLAV ALEKSEEVRequested  
Patent: RU2106429Application  
Number: RU19970104472 19970328Priority Number  
(s): RU19970104472 19970328IPC  
Classification: C23C30/00 ; C23C14/06EC  
Classification:

Equivalents:

**Abstract**

FIELD: power and transport engineering for increasing the wear-resistance of turbine and pump blades, engine components and other equipment whose process of operation is characterized by concurrent effect of various types of wear. SUBSTANCE: method includes polishing of the surface to be coated to cleanliness of 0.08 with subsequent cleaning with octadecylamine. Then a layer of transition metal of groups IV-VI of the Mendeleev Periodic Table is applied to the surface and a layer of oxide of the same metal and a layer of nitride or carbide of transition metal of groups IV-VI of the Mendeleev Periodic Table are applied. EFFECT: higher efficiency. 3 cl, 1 dwgg

Data supplied from the esp@cenet database - 12

**BEST AVAILABLE COPY**

BEST AVAILABLE COPY

Изобретение относится к энергетическому и транспортному машиностроению и может быть использовано для повышения износостойкости лопастей турбин и насосов, элементов двигателей и другого оборудования, процесс эксплуатации которых характеризуется одновременным воздействием различных видов износа (каплеударная и абразивная эрозия, различные виды коррозии, эрозия-коррозия, кавитация, повышенная агрессивность среды, повышенное трение).

Известно техническое решение [1], заключающееся в нанесении покрытия из титанового сплава, осаждении пленки, состоящей из одного или нескольких элементов, ионной бомбардировки с получением твердой пленки с образованием твердого композиционного слоя, бомбардировки пленки ионами азота, кислорода или углерода.

Недостатками этого технического решения является неспособность обеспечения эффективной защиты металла лопаток от коррозионного и действующих одновременно коррозионного и эрозивного износов, что зачастую имеет место при эксплуатации оборудования.

Наиболее близким техническим решением (прототипом) к предлагаемому способу является способ нанесения износостойкого покрытия из нестехиометрического нитрида титана [2], включающий подготовку изделия, нанесение слоя титана и слоя нитрида титана при температуре 420-530°C.

Недостатком этого технического решения является нанесение двухслойного покрытия, т.е. отсутствие промежуточного слоя, что позволяет получить более эффективную защиту от различных видов коррозии. Кроме того, отсутствие единого замкнутого цикла с объемным нагревом уменьшает коррозионную и эрозивную стойкость покрытия изделия.

Техническим результатом предлагаемого технического решения является повышение износостойкости изделий из железных и титановых сплавов за счет существенного снижения каплеударной и абразивной эрозии, кавитации, эрозия-коррозия, различных видов коррозии (атмосферная, химическая коррозия, коррозионное растрескивание под напряжением, фреттинг-коррозия) в процессе эксплуатации изделий.

Технический результат достигается предварительной подготовкой поверхности защищаемого изделия и последующим нанесением многослойного покрытия при различной толщине его составляющих в едином замкнутом цикле при объемном нагреве изделия.

Формирование многослойного покрытия в едином замкнутом цикле обеспечивает подачу кислорода в необходимом количестве, требуемом для формирования оксида металла первого слоя определенной толщины.

Причем предварительная подготовка поверхности защищаемых изделий включает в себя ее полировку до значения  $R_a \leq 0,08$  мкм ( $R_a$  - параметр шероховатости, характеризующий среднее арифметическое отклонение профиля) и очистку с использованием поверхностно-активных веществ, преимущественно октадециламина для удаления загрязнений с поверхности, в том числе и коррозионно-активных примесей (хлориды, сульфаты и др.), расположенных, как правило, на дне поверхностных трещин и каверн, что существенно повышает адгезию первого слоя покрытия. Это мероприятие в значительной степени определяет коррозионную стойкость многослойного покрытия.

Наносимый в качестве первого слоя покрытия металл обладает высокой коррозионной и химической стойкостью, второй слой, представляющий собой оксид металла первого слоя, еще в большей степени повышает коррозионную и химическую стойкость и предотвращает доступ кислорода, уголекислоты к защищаемому металлу. Третий слой, в качестве которого наносят нитрил или карбид одного из переходных металлов IV - VI групп периодической системы Менделеева, существенно повышает эрозивную, в том числе и кавитационную стойкость защищаемого изделия.

На чертеже изображена принципиальная схема устройства, где 1 - защищаемое изделие, 2 - держатель, 3 - рабочая камера, 4 - катод - 5 анод, 6 - источник питания, 7 - электрическая дуга, 8 - источник питания для высокоскоростной бомбардировки поверхности изделия ионами аргона, 9 - дозирующее устройство, 10 - устройство предварительной очистки поверхности защищаемого изделия с использованием поверхностно-активного вещества (эмульсия октадециламина), 11 - ультразвуковая установка.

Предлагаемый способ включает в себя грубую очистку поверхности защищаемого изделия от загрязнений, полировку защищаемой поверхности до значения  $R_a \leq 0,08$  мкм, тонкую очистку поверхности защищаемого изделия с использованием поверхностно-активного вещества (октадециламина) и ультразвуковой установки, сушку поверхности изделия после очистки, помещение изделия в вакуумную камеру устройства,

создание рабочего вакуума в камере, объемный нагрев защитного изделия, дополнительную очистку и активизацию поверхности изделия за счет ее бомбардировки ионами аргона, формирование многослойного покрытия.

Процесс нанесения многослойного покрытия на изделие осуществляется в следующей последовательности.

После предварительной полировки до частоты  $R_a \leq 0,08$  мкм и очистки эмульсией октадециламина 10 и ультразвуковой установкой (11) изделие 1 закрепляется в держателе 2, который в зависимости от формы и массы изделия обеспечивает его движение в различных плоскостях. В рабочей камере 3 создается вакуум  $10^{-3}$  Па. Затем в камеру через полый катод 4 подается газ - аргон. После достижения рабочего давления  $10^{-2}$  Па создается напряжение между катодом и анодом 5 посредством источника питания 6 и образуется электрическая дуга 7. На изделие подается напряжение от собственного источника питания 8 для высокоскоростной бомбардировки поверхности изделия ионами аргона.

После этого осуществляется объемный нагрев. Температура изделия поддерживается на уровне, не превышающем значение в диапазоне 400-500°C. Нижнее значение температуры обеспечивает повышение адгезии покрытий на защищаемых поверхностях крупногабаритных изделий. Верхнее значение температуры обусловлено отсутствием структурных изменений и механических свойств металла изделий. Диапазон температуры определяется материалом, используемым для изготовления турбинных лопаток (углеродистые и хромистые стали).

Подачей напряжения устанавливается необходимый электрический ток между анодом и катодом, обеспечивающий испарение и ионизацию металла, используемого для формирования первого слоя покрытия. В результате последующего его осаждения образуется первый защитный слой, толщина которого определяется степенью агрессивности эксплуатационной среды изделий.

Затем в рабочую камеру через дозирующее устройство 9 подается кислород с объемным расходом, необходимым для формирования второго слоя необходимой толщины за счет формирования в результате

химической реакции оксида металла, наносимого в качестве первого слоя.

После образования второго слоя перед подачей азота или углерода через дозирующее устройство 9 подается кислород с объемным расходом, необходимым для формирования третьего слоя необходимой толщины, обеспечиваются условия образования нитрида или карбида металла, наносимого в качестве первого слоя. Таким образом, нанесение всех слоев происходит в едином замкнутом цикле.

Соотношение толщин наносимых слоев определяется условием повышения эффективности износостойкости изделий при одновременном воздействии, в первую очередь, коррозии, абразивной, кавитационной и каплеударной эрозии без изменения структуры, свойств и установленных характеристик металла защищаемого изделия.

С учетом вышеизложенного, а также в зависимости от свойств применяемого для формирования первого слоя металла и используемых технологических газов определяются толщины слоев, находящихся в следующих диапазонах:

$$B_1 = 1-5 \text{ мкм},$$

$$B_2 = 0,0-0,1 \text{ мкм},$$

$$B_3 = 5-15 \text{ мкм},$$

где

$B_1$  - толщина первого слоя,

$B_2$  - толщина второго слоя,

$B_3$  - толщина третьего слоя.

Многослойное покрытие, нанесенное на защищаемое изделие из углеводородной стали в ионно-вакуумной установке в едином замкнутом цикле и состоящее из трех слоев, в котором в качестве первого слоя используется титан толщиной 2 мкм, в качестве второго - карбид титана толщиной 0,05 мкм, в качестве третьего - нитрид титана толщиной 8 мкм при предварительной полировке поверхности до значения  $R_a = 0,08$  и ее очистке с помощью октадециламина, позволяет, как показали результаты испытаний, повысить коррозионную стойкость в 12 раз, эрозионную стойкость при абразивном воздействии - в 7 раз, эрозионную стойкость при каплеударном воздействии - в 5 раз и кавитационную стойкость в 6 раз. Это в совокупности приводит к увеличению срока службы изделий, в частности, лопаток паровых турбин в 2-3 раза.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ нанесения многослойного износостойкого покрытия на изделия из железных и титановых сплавов, включающий подготов-

ку поверхности изделия, нанесение на нее слоя металла и слоя химического соединения металла, отличающийся тем, что подготов-

BEST AVAILABLE COPY

ку поверхности изделия осуществляют полировкой до чистоты  $R_a \leq 0,08$  с последующей очисткой октадециламином, в качестве слоя металла наносят переходный металл IV-VI групп Периодической системы Менделеева, в качестве химического соединения - нитрид или карбид переходного металла IV-VI групп Периодической системы Менделеева, а между слоями металла и химического соединения наносят дополнительный слой из оксида металла, нанесенного в качестве первого слоя.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение слоев осуществляют ионно-вакуумным напылением в едином замкнутом цикле с объемным нагревом изделия до температуры 400-500°C.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что на подготовленную поверхность изделия последовательно наносят слой титана, промежуточный слой оксида титана и слой нитрида титана.

Заказ

Подписное

ВНИИПИ, Рег. ЛР № 040720

113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.

Производственное предприятие «Патент»

BEST AVAILABLE COPY